مطالعه تغییرات غلظت املاح و نوسانات آب تحت الارض در خاکی با سیستم زهکشی کم عمق

علی اصغر قائمی*

مقدمه :

یکی از مسائلی که بشر از هزاران سال پیش تاکنون در زمینه کشاورزی با آن دست به گریبان بوده است مسئله شوری و چگونگی مبارزه با آن میباشد.

میلیونها هکتار از زمینهای قابل کشت دنیا بخاطر تجمع املاح در خاک از بین رفته و رها شده اند. براساس بررسی های یارون (Yaron) در سال ۱۹۸۱ ، بیشتر زمینهای تحت آبیاری در ایران ، بیش از ۵۰ درصد زمینهای تحت آبیاری در سوریه و تقریبا" ۲۸ درصداز اراضی درایالات متحده آمریکا بازده محصول خوبی ندارند. نمکهای محلول در آب آبیاری در اثر عمل تبخیر از خاک و تعریق از گیاه باعث افزایش غلظت نمک در خاک میشوند. معمولا" آبهای سطحی و زیرزمینی منبع مستقیم انتقال املاح بوده و بنابراین بالا آمدن آب تحت الارضی میتواند منبع تجمع و یا تغییر غلظت املاح در پروفیل خاک باشد . در کشاورزی شوری خاک را همان پدیده تجمع نمک در منطقه ریشه تعریف می کنند ، که فاکتوربسیار مهمی در بازده محصول کشاورزی است . فاکتورهای زیاد منجمله ، شوری آب آبیاری ، کافی نبودن سیستم زهکشی ، پائین بودن ضریب آبگذری خاک ، کمی بارندگی و ضعف مدیریت آبیاری ، در تجمع املاح در پروفیل

---

* مربی بخش آبیاری دانشکده مهندسی دانشگاه ایالتی یوتا

خاک موثرند، که این بنوبه خود در کاهش رشد و کاهش محصول دخالت دارد. مسئله شوری خاک در مناطق با ضریب آبگذری پائین و بافت سنگین (Fine texture) مثل رس و وجود فشار آرتزین ، نسبت باسایر مناطق برای کشاورزی زیان آورتر است . در مناطقی که فشار آرتزین وجود دارد بالا آمدن آب ممکن است بحدی باشد که باعث افزایش غلظت املاح در منطقه ریشه و یا باعث مانداب شدن در سطح زمین گردد. درچنین شرایطی بایستی سیستم زهکش زیرزمینی ایجاد نمود تا علاوه بر رفع مشکل فوق در منطقه ریشه تهویه کافی نیز وجود داشته باشد.

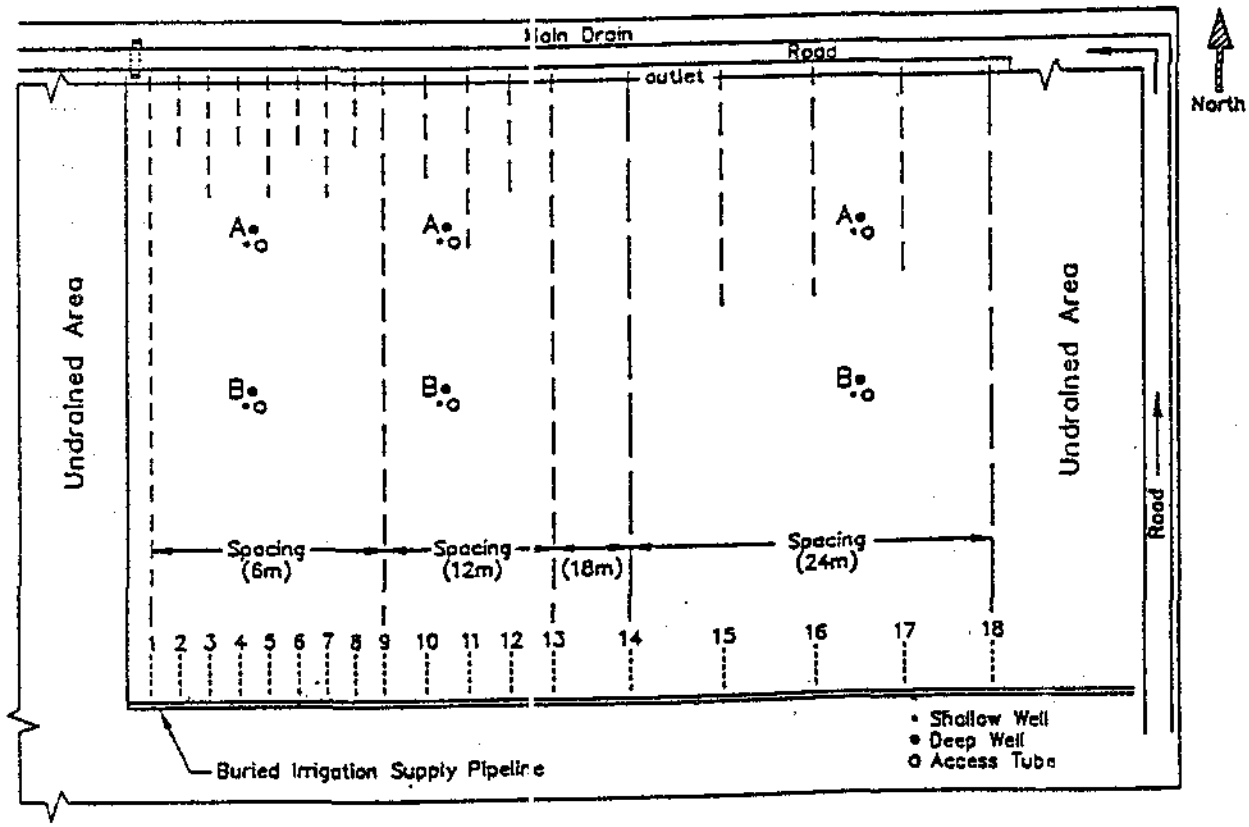
هدف :

هدفهای این تحقیق عبارت بودند از :

۱- مطالعه و تعیین تغییر غلظت املاح در پروفیل خاک با سیستم زهکش .
۲- بررسی نوسانات آب تحت‌الارض و تاثیر آن بر روی تغییر غلظت املاح

روش عمل:

بررسی نوسانات آب تحت الارض و تغییرات غلظت املاح در خاکی که دارای سیستم زهکشی است در سال ۱۳۶۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایالتی یوتا در منطقه‌ای بنام Cache - Valley واقع در شمال غرب آمریکا انجام گردید (شکل شماره ۱). منطقه مورد نظر که پوشیده از علف هرز ، شبدر و یونجه بود دارای شیب تقریبی صفر تا ۳ درصد بوده و خاک دارای بافتی نسبتا" سنگین (Salt-Lake Silty Clay) بود که بر روی لایه آبده محبوس قرار گرفته و فشار آرتزین باعث بالا آوردن آب بطرف سطح زمین می شد. در این مزرعه هیجده خط لوله زهکش در عمق ۷۵ سانتیمتری بفواصل ۶ ، ۱۲ و ۲۴ متر نصب شده بودند. برای بررسی نوسانات آب تحت الارضی جمعا" تعداد ۱۲ چاهک مشاهده‌ای از لوله PVC به قطر داخلی ۱/۸ سانتیمتردر ۶ نقطه مختلف در وسط زهکشها نصب شدند. شش لوله تا عمق ۹۰ سانتیمتر و شش لوله دیگر تا عمق ۳۰۰ سانتیمتری نصب گردید. نوسانات آب



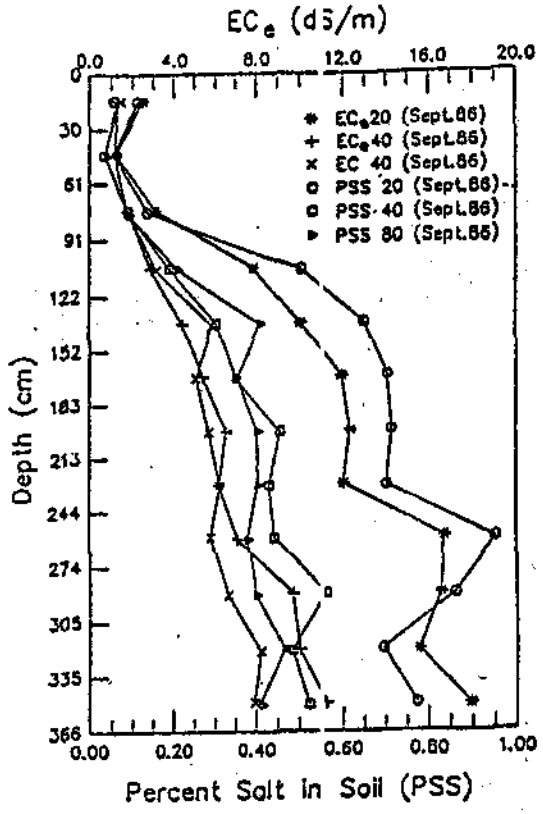
شکل ۱ـ شمائی از مزرعه تحقیقات زهکشی ، موقعیت زهکشها ،چاهکهـــــای مشاهده‌ای وچاهکهای اندازه‌گیری درصدحجمی رطوبت با نوترون متـــر

تحت الارضی حداقل هفته‌ای یکبار و در مواردی چون بارندگی ، آبیاری و ... بیش از یکبار اندازه‌گیری شدند. علاوه بر این ، در کنار چاهکهای مشاهده‌ای شش لوله PVC دیگر به قطر ۵ سانتیمتر و تا عمق ۳۰۰ سانتیمتر نصب گردید و با استفاده از نوترون متر درصد حجمی رطوبت خاک در لایه های ۳۰ سانتیمتر و تا عمق ۳ متر اندازه گیری شد.

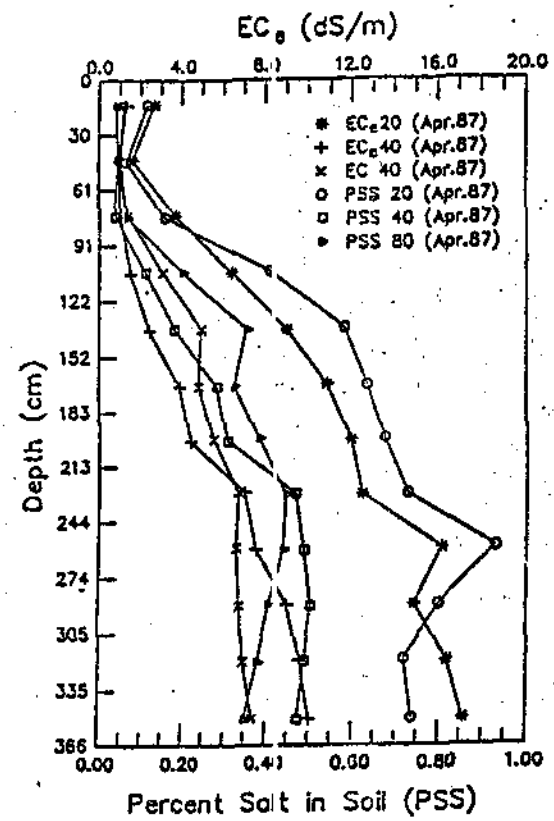
برای مطالعه تغییرات املاح در پروفیل خاک جمعا" ۱۲۴ نمونه خاک در ۶ نقطه یاد شده و از کنار چاهکهای مشاهده‌ای دردو نوبت مختلف از سال (نمونه اول در شهریور ماه ۱۳۶۵ یک هفته بعد ازفصل برداشت علوفه و نمونه دوم در فروردین ۱۳۶۶ درست درابتدای فصل رویش) گرفته شد. این نمونه‌ها به فواصل ۳۰ سانتیمترو تا عمق ۳۶۰ سانتیمتر بوسیله مته دستی برداشته شدند. شوری خاک با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی(EC) ,pH و غلظت کلر در خاک و بااستفاده از عصاره اشباع ارزیابی گردید و تغییرات شوری در سه فاصله مختلف ۶ ، ۱۲ و ۲۴ متر زهکشهابا هم مقایسه گردید. جداول شماره ۱ و ۲ مقادیر اندازه‌گیری شده EC , Cl و pH را در بین زهکشهای با فاصله ۶ متر در دو زمان مختلف از سال نشان میدهد . با استفاده از عصاره اشباع درصد نمک (PPS) در خاک محاسبه و منحنی تغییرات درصد املاح در خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع نسبت به عمق در یکدستگاه مختصات بین زهکشهای ۶ ، ۱۲ و ۲۴ متری رسم گردید (اشکال ۲ و۳). ضمنا" منحنی نوسانات آب تحت الارض همراه با درصد حجمی رطوبت در اعماق مختلف برحسب زمان رسم و نتایج بدست آمده مورد ارزیابی قرار گرفت . اشکال ۴ ، ۵ و ۶ نوسانات آب تحت الارضی و درصد حجمی رطوبت را بترتیب در بین زهکشهای ۶ ، ۱۲ و ۲۴ متر و برای دو زمان مختلف از سال نشان میدهد.

تعادل املاح خاک نیز با اندازه گیری حجم و EC آب زهکش و آب آبیاری بررسی شد. برای این منظور میزان دبی زهکشها در فصل بعد از ذوب شدن برفها از زهکشهائی که‌شروع به کار میکردند اندازه گرفته شد و برای زهکشهای غیر فعال (فواصل ۲۴ متری از هم) بوسیله سیستم آبیاری بارانی (Side-Roll Sprinkler) بمدت ۲۴ ساعت آبیاری بیش از نیاز انجام گردید تا اینکه سطح آب تحت الارض بالا آمده و زهکشها شروع به کار نمودند. آنگاه نمونه‌هائی از آب زهکشها و آب آبیاری جمع آوری نموده

شکل ۲- رابطه بین متوسط هدایت الکتریکی و درصد نمک خاک با عمق دربین زهکشهای با فاصله ۱۲۰۶و۲۴ متر درسال ۱۳۶۵.



شکل ۳- رابطه بین متوسط هدایت الکتریکی و درصد نمک خاک با عمق دربین زهکشهای با فاصله ۱۲۰۶و ۲۴ متر درسال ۱۳۶۶.



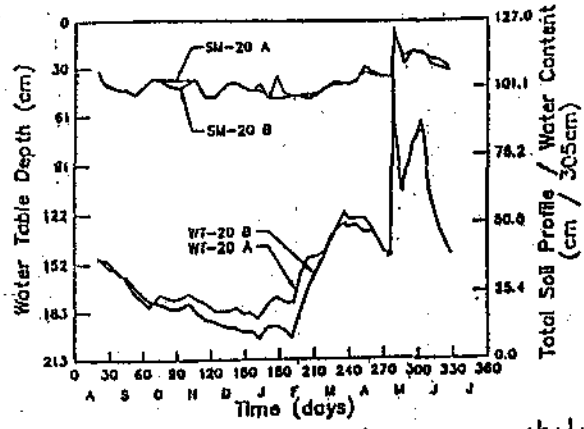
جدول ۱- مقادیر اندازه‌گیری شده هدایت الکتریکی (ds /m)،کلر(meq/l)،
درصد اشباع(SP)و PH دربین زهکشی با فاصله ۶ متر (درشهریورماه ۶۵)

Depth (cm)	ECe (dS/m)	Cl (meq/l)	SP%	pH
0-30	2.98	1.30	68.00	8.64
30-61	1.10	1.25	67.00	8.66
61-91	3.20	20.30	69.60	8.61
91-122	8.05	43.30	98.00	8.17
122-152	11.06	70.90	100.10	7.96
152-183	12.59	108.40	87.20	7.84
183-213	12.30	106.40	91.10	7.55
213-244	10.90	105.60	93.20	7.75
244-274	17.92	146.50	90.50	7.57
274-305	17.10	143.10	83.40	7.61
305-335	15.82	142.40	67.80	8.04
335-366	17.73	186.50	69.85	7.49

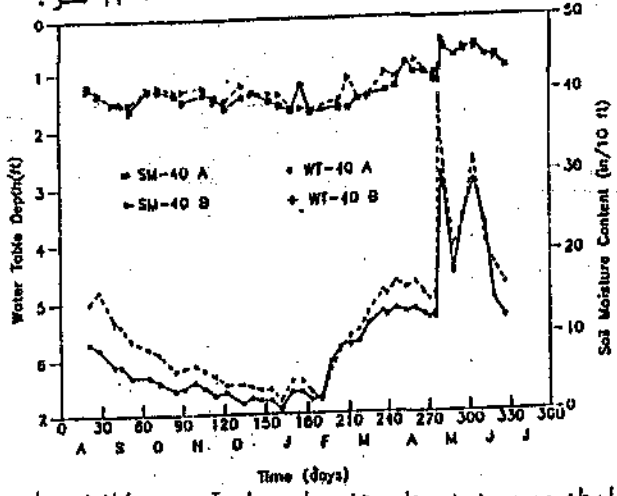
جدول ۲- مقادیر اندازه‌گیری شده هدایت الکتریکی (ds /m)،کلر(meq/l)،
درصد اشباع(SP)و PH دربین زهکشی با فاصله ۶متر (درفروردین ماه ۶۶)

Depth (cm)	ECe (dS/m)	Cl (meq/l)	SP%	pH
0-30	3.32	2.60	66.00	7.15
30-61	2.09	3.21	66.50	7.62
61-91	4.57	16.97	69.70	8.01
91-122	7.83	32.10	98.20	8.21
122-152	10.65	47.92	99.10	7.96
152-183	12.39	62.02	85.90	7.72
183-213	12.17	59.85	93.40	7.54
213-244	11.30	52.69	93.00	7.83
244-274	18.15	90.17	92.10	8.31
274-305	15.54	80.57	87.70	8.15
305-335	16.52	89.33	65.60	8.12
335-366	17.39	90.59	67.10	8.19

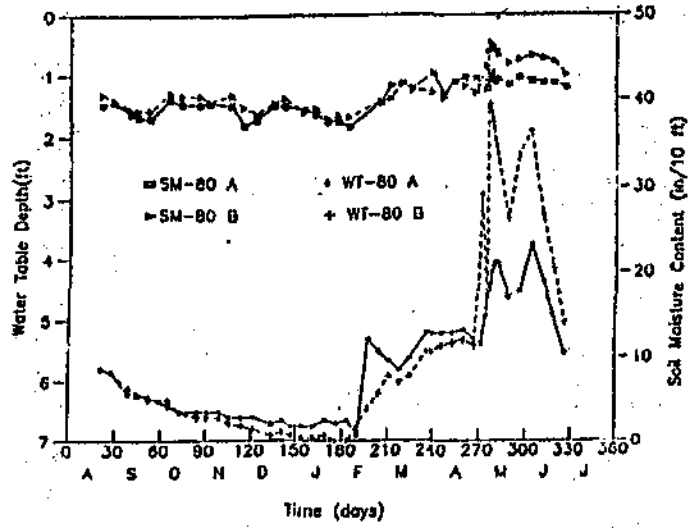
شکل ۴- رابطه بین منحنی های تغییرات سطح آب تحت الارض با درصد حجمی رطوبت در طول سال در بین زهکش با فاصله ۶ متر.



شکل ۵- رابطه بین منحنی های تغییرات سطح آب تحت الارض با درصد حجمی رطوبت درطول سال دربین زهکش با فاصله ۱۲ متر.



شکل ۶- رابطه بین منحنی های تغییرات سطح آب تحت الارض با درصد حجمی رطوبت در طول سال دربین زهکش با فاصله ۲۴ متر.



جدول ۳- میزان املاح ورودی وخروجی دربین زهکشهای با فاصله ۱۲،۶و ۲۴ متر.

Number of Drain	Drain water (m^3)	Quantity of Salt-Out	Irrig. water (m^3)	Quantity of Salt-In	Salt remain (kg)	Salt removed (%)
16	34.04	38.82	1140.48	530.04	491.22	7.9
11 12	6.47	5.19	570.24	265.02	259.83	2.0
6	8.16	8.45	285.12	132.51	124.06	6.8
5	5.43	5.17	285.12	132.51	127.34	4.1

و میزان EC آنها اندازه‌گیری شد . سپس، مقدار املاح ورودی بوسیله آب آبیاری ، املاح خروجی توسط زهکشها و میزان املاح باقیمانده در خاک و درصد املاح انتقال داده شده بوسیله زهکشها محاسبه گردید که نتایج بدست آمده در جدول شماره ۳ برای زهکشهای ۶ متری (زهکش‌های شماره ۵ و ۶) ، زهکشهای ۱۲ متری (زهکش‌های شماره ۱۱ و ۱۲) و زهکشهای ۲۴ متری (زهکش شماره ۱۶) نشان داده شده است .

بحث و نتیجه گیری :

نتایج بدست آمده نشان میدهد که مقدار EC از عمق ۴۵ سانتیمتر به بعد افزوده میشده و حداکثر غلظت املاح درعمق بین ۱/۸ تا ۲/۷ متری بودند که این موضوع بعلت شستشوی املاح از لایه های بالاتر بطرف پائین و یا بعلت حرکت و بالا آمدن املاح از طرف لایه آبده بطرف سطح خاک میباشد. شرایط شوری مشابهی نیز در غلظت کلر در پروفیل خاک مشاهده گردید. شیب منحنی تغییرات املاح نسبت به عمق برای نمونه هائی که از بین زهکشهای با فاصله ۲۴ متر برداشت شده بود تند و این شیب برای نمونه های مربوط به زهکشهای با فاصله ۶ متری کمتر بود. این موضوع معرف آن است که تغییر غلظت املاح کمتری در بین زهکشهای با فاصله۲۴ متری نسبت به ۶ متری مشاهده میشود.

در تمام شش نقطه مورد مطالعه حداقل غلظت املاح در عمق ۴۵ تا ۷۶ سانتیمتری مشاهده گردید که این پدیده ممکن است بخاطر نصب زهکشهائی باشد که در عمق ۷۶ سانتیمتری قرار گرفته‌اند. بیست و چهارساعت آبیاری بیش از نیاز بوسیله سیستم آبیاری بارانی باعث بالا آمدن آب به عمق ۴۰ سانتیمتری از سطح خاک در وسط زهکشهای ۲۴ متری گردیدو باعث شد که این زهکشها فعال شوند. نتایج بدست آمده نشان میدهد که نوسانات آب تحت الارض بطور قابل توجهی بستگی به مقدار بارشهای جوی و آبیاری دارد و درصورتیکه میزان نفوذ عمودی (Vertical Seepage) خیلی کمتر از میزان تبخیر و تعرق باشد ، فشار آرتزین باعث شوری سطح خاک و منطقه ریشه نمیشود.

تجزیه وتحلیل نمونه‌های آب و زهکشها نشان میدهد که هرچند وجود

سیستم زهکش کم عمق در کاهش دادن آبهای اضافی از لایه های فوقانی پروفیل خاک بخصوص منطقه ریشه بسیار موثر واقع شده و برای جلوگیری از ایجاد شرایط ماندابی تاثیر بسزائی داشته اند، اما برای کنترل شوری چندان موثر واقع نشدند ، لذا پائین نگه داشتن سطح آب تحت الارض در اعماق پائین ریشه در کنترل شوری نقش عمده‌ای داشته و تحت این شرایط بود که با عمل Leaching املاح سطحی شسته و به اعماق پائینتر از منطقه ریشه منتقل میشدند. علاوه بر این نتایج بدست آمده نشان داد که تغییر فواصل زهکشها اثر فاحشی بر روی انتقال املاح و نوسانات آب تحت الارض نداشتند.

پیشنهادات :

۱ - از آنجائیکه طول قسمت فعال زهکش مزرعه تحقیقاتی مورد نظر مشخص نبود ، تخمین مقدار املاح در واحد سطح که از منطقه توسط زهکشها خارج میشد امکان پذیر نبود، لذا تعیین دقیق طولی از زهکشها که کار میکرد برای تجزیه وتحلیل بیشتر اطلاعات جمع آوری شده مورد نیاز بود.

۲ - اطلاعاتی بغیراز اطلاعات برداشت شده فوق الذکر لازم است تا بتوان مقایسه‌ای در غلظت املاح داخل خاک در دو سطح مختلف از مزرعه تحقیقاتی فوق انجام داد بدین صورت که یک قطعه از مزرعه را بصورت شرایط طبیعی بدون سیستم زهکشی و سیستم آبیاری در نظر گرفت وقطعه‌ای نیز باوجود سیستمهای مذکور ، در اینصورت میتوان اثرات زهکشی و آبیاری را در کنترل املاح بررسی نمود.

۳ - علاوه بر تعیین غلظت کلر در پروفیل خاک ، آب زهکش ، و آب آبیاری ، باید غلظت عناصرشیمیائی دیگری منجمله سدیم قابل تبادل،ظرفیت تبادلی‌کاتیونی (CEC) ، کلسیم ،منیزیم وسدیم (بمنظور تعیین مقادیرESP و SAR) و مقدار بر ، مورد مطالعه قرار گیرد تا بتوان وضعیت شوری و قلیائی و مسمومیت بر در پروفیل خاک را تعیین نمود.

۴ - اینکه چرا غلظت املاح در منطقه با زهکشهای ۶ متری حداکثر و در منطقه ۲۴ متری حداقل و در ۱۲ متری پائینتر از ۶متری و بالاتر از ۲۴

متری است باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

فهرست منابع :

Bazaraa, A.S.; Dayem, A.: Amei. A. Willardson, L.S. Artesian and anisotropic effects on drain spacing . Journal of Irrigation and Drainage Engineering 112(1): 55-65 ; 1986.

Bernstein, L. Salt tolerance of grasses and forage legumes. Agricultural Information. 194:3-7;1958.

Bouwer, H. Salt balance, irrigation efficiency, and drainage design. ASCE, 95 (IRI) 6465: 153-169 ; 1969.

Israelsen, O.W.; Milligan, H.: Cleve, H.; Bishop Alvin, A. Needs for and methods of drainage. Special report No.11, 1955 Utah Agric. Exp. Station, Utah State Univ. Logan, UT.

James, D.W.; Hanks, R.J.; Jurinak, J.J. Modern irrigated soils. New York: John Wiley and Sons, Inc; 1982 .

Miller, R.J.: Biggar, J.W.; Nielsen, D.R. Chloride displacement in panoche clay loam in relation to water movement and distribution. Water Resourse. Res 1: 63-73 ; 1965.

Rhoades, J.D. Drainage for salinty control. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy; 1974.

Soil Survey of cache Valley area Utah. Washington, DC: USDA, SCS, and Forest Service , 1974.

U.S. Salinity Laboratory, diagnosis and imporvement of saline and alkali soil. USDA handbook NO. 60;1954.

Willardson, L.S.; Bishop A.A. Analysis of surface irrigation application efficiency. Proceedings, Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE. 93(IRs) 5267:21-36;1967.

Willardson , L.S; Hanks , R.J.; Wagenet, R.J. Irrigation management and soil Salinity. UAES. 56: 1-8;1981.

Yaron, D.Salinity in irrigation and water resources. New York: Marcel Dekker, Inc; 1981.